

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства

Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Технология ремонта шнека</b>

УДК 621.867.4-049.32

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Дубровский Алексей Сергеевич		11.06.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина А.А.	К.Т.Н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСНГ ШБИП	Трубченко Т.Г.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев М.В.	—		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина А.А.	К.Т.Н.		

## Результаты освоения образовательной программы по направлению 15.03.01 Машиностроение

	Результат обучения
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, приборостроении и др. областях, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий производств.

P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P9	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества сварных швов и сварных конструкций
P10	Способность осваивать вводимое новое сварочное оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного  
производства  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.А. Першина  
 (Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Дубровский Алексей Сергеевич

Тема работы:

Технология ремонта шнека	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	09.01.2020 №9-31/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

	11.06.2020
--	------------

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

#### Исходные данные к работе

*(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*

Разработка технологии ремонта шнека сделанного из стали 09Г2С.

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1) Обзор литературы;</p> <p>2) Выбор способа сварки;</p> <p>3) Выбор сварочного оборудования;</p> <p>4) Расчёт режимов сварки.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Конструктивные элементы кромок</p> <p>Сборка конструкции</p> <p>Конструктивные элементы шва</p> <p>Схема выполнения сварных швов</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Трубченко Т.Г.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Гуляев М.В.</p>

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>05.02.2020</p>
--	-------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Дубровский Алексей Сергеевич		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства  
 Уровень образования бакалавриат  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение электронной инженерии  
 Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года)

Форма представления работы:

<b>бакалаврская работа</b>
----------------------------

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2020
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
03.03.2020	<i>Обзор литературы</i>	15
18.03.2020	<i>Выбор способа сварки</i>	10
04.04.2020	<i>Выбор сварочного оборудования</i>	10
05.05.2020	<i>Расчёт режимов сварки</i>	30
25.05.2020	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
29.05.2020	<i>Социальная ответственность</i>	10
05.06.2020	<i>Выводы по работе</i>	15

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	К.Т.Н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	К.Т.Н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Дубровский Алексей Сергеевич

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01.Машиностроение

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя - 37506 руб. Оклад инженера - 12240 руб. Материальные затраты, сформированы на основе прайсов компаний – 1861 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премияльный коэффициент руководителя 30%; Премияльный коэффициент инженера 30%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2 %

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	- Описание потенциальных потребителей; - Анализ конкурентных технических решений; - SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование работ; Разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование.

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Диаграмма Ганта
--------------------

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.02.2020
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	к.э.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Дубровский Алексей Сергеевич		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Дубровский Алексей Сергеевич

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР

<b>Технология ремонта шнека</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования.	Объектом исследования является <b>Технология ремонта шнека</b> (ООО «Кандинский гравий ТДСК», г.Томск).
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.</b>	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
<b>2. Производственная безопасность</b>	<p>Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.</p> <p>Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</li> <li>– повышенный уровень шума на рабочем месте;</li> <li>– Повышенная яркость света, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение;</li> <li>– неудовлетворительный микроклимат</li> <li>– повышенный уровень электромагнитных излучений;</li> <li>– Электроопасность</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность</b>	анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу. решение по обеспечению экологической безопасности.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> <li>– Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>



Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	05.02.2020
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Дубровский Алексей Сергеевич		

## **Реферат**

Выпускная квалификационная работа 79с., 2 рис., 25 табл., 28 источников.

Ключевые слова: буровой шнек, ремонт шнека, ручная дуговая сварка, электроды УОНИ13/45, неразрушающий контроль.

Объектом исследования является: буровой шнек для добычи гравия.

Цель работы – разработать технологию ремонта шнека.

В процессе выполнения ВКР были подобраны: способ сварки, сварочное оборудование и материалы, сборочно-сварочное приспособление. Разработаны технологические карты.

В результате выполнения ВКР была разработана технология ремонта бурового шнека из стали 09Г2С.

Область применения: ресурсодобывающая отрасль.

## Определения, сокращения и нормативные ссылки

В настоящей работе применены следующие термины с соответствующими определениями.

Источник питания – электрическое устройство, предназначенное для производства электрической энергии или изменения её характеристик.

Холодные трещины – это разрушения материала сварного соединения, которые возникают под действием остаточных сварочных напряжений.

В данной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

«Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019).

ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015.

ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, 2011.

ГОСТ Р 22.0.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий, 2016.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, 2003.

СанПиН 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях, 2003.

СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003.

СанПиН 2.2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и

организации работы, 1996.

СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования, 2009.

СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение, 2011.

В настоящей работе использованы следующие сокращения:

$I_{св}$  – величина сварочного тока;

$U_d$  – напряжение на дуге;

$d_{эл}$  – диаметр электродной проволоки (электрода);

КПД – коэффициент полезного действия;

РДС –ручная дуговая сварка;

ТЗ – техническое задание.

## Оглавление

Реферат .....	10
Введение .....	16
1 Литературный обзор .....	17
1.1 Типы и назначения конструкций шнеков .....	17
1.2 Способы изготовления шнека .....	17
1.3 Технология бурения при помощи шнека .....	19
1.4 Особенности технологии шнекового бурения .....	20
1.5 Процесс восстановления шнека .....	20
1.6 Ручная дуговая сварка .....	21
2 Разработка технологии ремонта .....	23
2.1 Материал сварной конструкции .....	23
2.1.1 Оценка технологической свариваемости .....	24
2.2 Выбор сварочных материалов .....	25
2.3 Расчёт режимов сварки .....	29
2.4 Выбор источника питания .....	31
2.5 Расчёт химического состава шва .....	33
2.6 Определение ожидаемых механических характеристик металла шва .....	34
2.7 Расход сварочных материалов .....	36
2.8 Необходимые мероприятия для снижения деформаций и напряжений ....	36
2.9 Технология сборки и сварки .....	38
2.10 Контроль качества сварных швов .....	39
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	42
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и	

ресурсосбережения .....	42
3.1.1 Анализ конкурентных технических решений.....	42
3.1.2 SWOT-анализ .....	44
3.2 Планирование научно-технического исследования .....	48
3.2.1 Структура научно-технического исследования.....	48
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	49
3.2.3 Разработка графика проведения научно-технического исследования .	50
3.3 Бюджет научно-технического исследования .....	52
3.3.1 Материальные затраты .....	52
3.3.2 Амортизационные отчисления .....	53
3.3.3 Заработная плата исполнителей .....	54
3.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы .....	56
3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	57
3.3.6 Формирование бюджета затрат .....	58
4 Социальная ответственность .....	60
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	60
4.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.....	60
4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	61
4.2 Производственная безопасность .....	62
4.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований .....	62
4.2.2 Анализ выявленных вредных факторов и мероприятия по их устранения .....	63
4.3 Экологическая безопасность.....	68

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	69
Заключение .....	71
Список литературы .....	72
Приложение А .....	75
Приложение Б .....	76
Приложение В.....	77
Приложение Г .....	78
Приложение Д.....	79

## **Введение**

Для добычи гравия предприятие ООО “Кандинский гравий ТДСК” использует шнековое бурение. При длительном использовании данной установки шнек выходит из строя ввиду поломки. Без использования шнека отсутствует возможность дальнейшей добычи гравия, поэтому необходимо данный шнек отремонтировать. Для ремонта шнека необходимо правильно составить технологию ремонта, что является основной задачей в ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы.



## **1 Литературный обзор**

### **1.1 Типы и назначения конструкций шнеков**

Шнековая буровая установка [1] - представляет собой аппарат для бурения скважин и отверстий различной глубины, использующий в качестве рабочего оборудования винтовой инструмент – шнек (бурильную трубу с наваренной на нее стальной лентой в виде витка).

### **1.2 Способы изготовления шнека**

Существуют два основных метода изготовления спиральных шнеков [2].

*Метод прессования сегментных спиралей.*

Относительно простой метод изготовления шнековых спиралей. На установке лазерной резки сначала вырезаются заготовки с необходимым внутренним и внешним диаметром, далее изгибают заготовки с помощью гидравлического пресса оснащенного специальными матрицами, которые формируют профиль сегмента. Ограничений по размеру спиралей почти нет, поэтому этот метод, как правило используют для изготовления шнековых буров большого диаметра. Такие шнеки используют на тяжелом буровом оборудовании, для бурения тяжелого грунта на большую глубину, например, при строительстве мостов. После изготовления сегментов их одевают на трубу и сваривают между собой. Процесс производства из сегментных спиралей достаточно долгий и занимает больше времени, чем производство из непрерывной спирали. Процесс производства шнека из сегментных спиралей представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Сегментные спирали

#### *Метод холодной прокатки*

Этот метод используется для изготовления спиралей диаметром до 600 мм. Основное достоинство метода в том, что на выходе из станка получается непрерывная спираль, которую очень удобно и быстро наваривать на трубу шнекового бура.

Еще один важный плюс метода холодной прокатки, что непрерывная спираль по весу легче сегментной спирали т. к. при прокатывании через станок стального штрипса (заготовки из металлической полосы), его толщина уменьшается от одного края к другому. Например, при производстве из полосы шириной 50 мм и толщиной 3 мм, получается спираль шириной 100 мм, при этом на одном краю толщина спирали остается 3 мм, на другом краю толщина спирали уменьшается до 1.5 мм.

Также для сборки шнека не нужно сваривать спирали между собой, соответственно скорость производства значительно выше, а себестоимость конечного продукта ниже, чем у шнека, сделанного из сегментов.

Станок для гибки спиралей представляет из себя гидравлический пресс с

вращающимися вальцами, между которыми пропускают металлическую полосу. Такое оборудование имеет огромный вес и потребляет большое количество энергии. Гидравлический привод пресса имеет мощность 10 Квт, а для охлаждения спрессованной полосы используется СОЖ.

### **1.3 Технология бурения при помощи шнека**

Шнековый бур конструктивно представляет собой базовую трубу(штангу) с подвижным вращателем. Данная труба обвивается по всей своей длине стальной полосой. Эта стальная полоса выполняет функцию транспортера. Для выполнения своей основной задачи – врезки в грунт, шнековый бур необходимо оснастить острым наконечником, например, лопастным буром, двухлопастным или трехлопастным долотом. Используемый наконечник может быть, как несъемным, так и съемным. Для увеличения длины используемой конструкции необходимо соединить шнеки при помощи резьбы или специальных элементов с фигурным сечением.

Основные функции, выполняемые бурильными установками [3]:

- выемку разрыхленной породы и одновременное закрепление стенок скважины;
- охлаждение элементов рабочего механизма;
- точечное разрыхление грунта за счёт использования непрерывного вращательного движения.

На практике процесс бурения с использованием шнекового метода выглядит следующим образом: установка с буровой головкой, непрерывно вращаясь, врезается вглубь почвы, методично ее разрушая. Измельченный грунт (шлам) сразу же попадает на реборду (пластинчатую спираль), которая и поднимает его на поверхность.

Для обеспечения необходимой величины охлаждения режущих элементов буровой установки необходимо учитывать следующее:

транспортируемая порода не должна заполнять межвитковое пространство более чем на 40% от объема данного пространства.

#### **1.4 Особенности технологии шнекового бурения**

Если шнековое бурение производится на твердых грунтах (гравий, галька) то необходимо соблюдать следующее: установка рабочих лопастей долота производится строго вертикально, под углом в 90°. Если работы проводятся на мягкой почве, то рабочие полости располагаются под наклоном от 30 до 60° относительно оси. Для выбора необходимого инструмента необходимо учитывать особенности свойств породы. Также достаточно сильно на выбор влияют требуемые параметры скважины: ее диаметр может варьироваться от 60 мм до 1,5 и более метров, а глубина – от нескольких десятков до нескольких сотен метров. Скорость работы механизма во многом зависит от толщины бура. Соблюдение правильного соотношения данных показателей необходимо для обеспечения охлаждения рабочих поверхностей, нагрев которых происходит вследствие трения о стены скважины в процессе быстрого вращения.

#### **1.5 Процесс восстановления шнека**

При поступлении на склад шнек проходит полный детальный осмотр, включающий в себя информацию о количестве витков, состоянии хвостовой части, изношенности стали и ее структурной целостности [4]. Проводиться большое количество различных измерений, позволяющих понять, подлежит ли шнек восстановлению. Такие замеры как: внешний диаметр витков, глубина витков и радиус витков – все это помогает определить степень износа. Специальные тестовые мероприятия помогают определить структурную усталость и целостность стали. После прохождения первоначального визуального осмотра шнек отправляется в инженерный отдел для более

детального осмотра. Это тот момент, когда определяется объем работ, необходимых для приведения шнека в рабочее состояние в пределах технического задания (спецификации).

В общем случае восстановление шнека включает:

- замер шнека по наружному диаметру, цилиндра по внутреннему на всю длину, контроль шнека на наличие повреждений;
- реставрация повреждений шнека, таких как изгиб шнека, задиры зон уплотнения, сколотые и выбитые гребни, произвести предварительная механическую обработку гребней шнека под наплавку;
- наплавка – бронирование гребней шнека, нанесением плазменно-порошковым методом специальных износостойких высоколегированных модифицированных твердых сплавов, которые выбираются исходя из условий работы пары (преобладающих видов изнашивания), состояния материального цилиндра и экономической целесообразности;
- шлифование гребней шнека по наружному диаметру под ремонтный размер материального цилиндра, при его наличии, или в номинальный диаметр;
- полирование боковых поверхностей гребней и тела шнека;
- контроль качества.

Осуществляется ремонт шнека при помощи ручной дуговой сварки.

## **1.6 Ручная дуговая сварка**

Под ручной дуговой сваркой понимается сварка, при которой дуга горит между плавящимся металлическим электродом и сварочной ванной, поверхность которой защищается от воздуха за счет расплавления электродного покрытия. Подача электрода в сварочную ванну и его перемещение вдоль стыка производится сварщиком вручную [5].

Преимущества ручной дуговой сварки:

- Возможность производства сварочных работ в любых пространственных положениях;
- сравнительно быстрый переход от одного свариваемого материала к другому;
- возможность сварки в местах с ограниченным доступом;
- возможность сварки самых различных сталей благодаря широкому выбору выпускаемых марок электродов;
- простота и мобильность сварочного оборудования.

Недостатками ручной дуговой сварки является следующее:

- наиболее низкий КПД и производительность в сравнении с другими способами сварки;
- достаточно вредные условия работы в процессе сварки;
- для получения качественного сварного соединения необходимы наиболее квалифицированные рабочие-сварщики.

Не смотря на все свои минусы ручная дуговая сварка, покрытая металлическими электродами в данный момент времени, является одним из самых популярных методов, которые используются для изготовления сварных конструкций. Но для процесса производства данной конструкции ручная дуговая сварка покрытыми электродами не подходит из-за ряда недостатков.

## **2 Разработка технологии ремонта**

### **2.1 Материал сварной конструкции**

Сталь 09Г2С относится к конструкционным низколегированным сталям для сварных конструкций.

В основном данная марка стали находит своё применение в различных строительных конструкциях. Это объясняется тем, что данная марка стали обладает достаточно большой механической прочностью. Эта особенность позволяет использовать более тонкие элементы по сравнению с другими марками стали. Ещё одной особенностью этой марки стали является стабильность её свойств в большом диапазоне температур. Именно это позволяет использовать детали из этой марки стали в диапазоне температур от  $-70$  до  $+450^{\circ}$ . Ключевой особенностью этой марки также является довольно простая свариваемость. Данная особенность позволяет изготавливать из листового проката этой марки более сложные конструкции для следующих отраслей промышленности: нефтяной, строительной, химической, судостроительной и других. Для изготовления трубопроводной арматуры высокого качества необходимо применить закалку и отпуск [6].

Примечательно, что данная марка стали весьма широко применяется для получения сварных конструкций. При этом сварка данной сталью может осуществляться без нагрева, а также и с предварительным нагревом до  $100-120^{\circ}$ . Поскольку данная сталь относится к маркам с низким содержанием углерода, то сварка осуществляется достаточно просто. Следует отметить, что данная сталь не закаливается и не перегревается во время процесса сварки, поэтому не происходит снижения пластических свойств или увеличения зернистости данной стали. Преимущества использования данной стали также могут быть связаны с тем, что она не склонна к отпускной хрупкости и ее вязкость не снижается после отпуска. Вышеприведенными свойствами объясняется удобство использования 09Г2С от других сталей с большим содержанием углерода или присадок, которые хуже варятся и меняют

свойства после термообработки. Для сварки 09Г2С можно применять любые электроды, предназначенные для низколегированных и малоуглеродистых сталей, например, Э42А и Э50А.

Химический состав и механические свойства представлены в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1 – Химический состав марки стали 09Г2С, % [6]

С	Mn	Si	S	P	Ni	Cr	N	Cu	As	Fe
До 0,9	1,3- 1,7	0,5- 0,8	0,04	0,035	До 0,3	До 0,3	До 0,008	До 0,3	До 0,08	95-96

Таблица 2 – Механические свойства стали 09Г2С [6]

Временное сопротивление усталости $\sigma_b$ , МПа	Предел текучести $\sigma_t$ , МПа	Относительное удлинение $\delta$ , %	Относитель ное сужение $\psi$ , %	Ударная вязкость КСУ, Дж/см <sup>2</sup>
345	490	21	63	64

### 2.1.1 Оценка технологической свариваемости

Под влиянием сварки происходят изменения в структуре и свойствах металлов в зоне, подверженной сварке и нагреву по сравнению с основным металлом. За счёт растягивающих напряжений, которые возникают во время сварки, возникает процесс кристаллизации металла шва. За время этого процесса могут образоваться кристаллизационные трещины. Появление данных трещин крайне нежелательно, так как они являются серьезным дефектом. Поэтому при выборе металла шва одним из важнейших показателей свариваемости является стойкость данного металла шва против кристаллизационных трещин. Так же необходимо учитывать, что в металле шва есть вероятность появления холодных трещин. Образование их при сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей наблюдается относительно



редко. Под воздействием применяемого при сварке источника теплоты в околошовной зоне изменяется структура основного металла, что может привести к образованию околошовных холодных трещин. Стойкость металла околошовной зоны против образования трещин является вторым показателем свариваемости. Образцы, применяемые в этом случае, служат и для выявления холодных трещин в металле шва. Под воздействием сварки в металле сварного соединения происходят процессы, которые могут привести к снижению стойкости его против перехода в хрупкое состояние. Поэтому проводят испытания стойкости металла околошовной зоны и шва, а также сварного соединения в целом против перехода в хрупкое состояние.

Для того, чтобы определить предварительную оценку качества свариваемости данной стали необходимо рассчитать эквивалент углерода по химическому составу стали по следующей эмпирической формуле [7]:

$$C_{\text{э}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{V}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2} \quad (1)$$

где символы элементов обозначают их процентное содержание в стали.

Метод оценки стали по эквиваленту углерода является ориентировочным и не всегда даёт верные результаты. Для стали 09Г2С эквивалент углерода:

$$C_{\text{э}} = 0,9 + \frac{1,7}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3}{13} + \frac{0,035}{2} = 1,28\%$$

Несмотря на высокий эквивалент углерода и теоретически плохую свариваемость, сталь 09Г2С имеет малую склонность к закалке и образованию трещин, имеет отличную свариваемость и требует подогрев в редких случаях до 150 °С.

## 2.2 Выбор сварочных материалов

Покрытые электроды для ручной дуговой сварки должны обеспечивать равнопрочность сварного шва основному металлу [8]. Это достигается

определёнными требованиями при выборе сварочных материалов.

При сварке углеродистых и низкоуглеродистых сталей параметром выбора покрытых электродов является прочность основного металла. От этого зависит тип электрода. ГОСТ 9467-75 регламентирует 9 типов электродов: Э38, 342, 342А, 946, Э46А, 350, Э50А, 955, 360, [9, с.48]. В обозначении типа электрода цифры указывают гарантируемый предел прочности металла шва. Так как предел прочности стали 09Г2С равен 490 МПа, то для обеспечения равнопрочности сварного соединения, основному металлу назначаем электроды, относящиеся к типу Э46А. Эти электроды применяют для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 50 кгс/мм<sup>2</sup>, когда к металлу сварных швов предъявляют повышенные требования по пластичности и ударной вязкости. Большая разница в значениях может привести к быстрому выходу из строя сварной конструкции с разрушением в зоне сплавления, особенно при действии знакопеременных нагрузках.

Шнек состоит из гнутых пластин и трубы. Сварка пластин с трубой производится прерывистыми швами, а сварка пластин между собой имеет малую длину шва, соответственно необходимо стабильное зажигание дуги.

Для сварки низколегированных конструкционных сталей в основном применяются электроды с основным покрытием. Основу этого вида покрытия составляют карбонаты и фтористые соединения. Благодаря низкому содержанию газов, неметаллических включений и вредных примесей металл шва, выполненный этими электродами, отличается высокими показателями пластичности и ударной вязкости при нормальной и пониженной температурах, а также обладает стойкостью против образования горячих трещин. Электроды обладают широкими возможностями легирования, так как легирующие элементы не окисляются, что позволяет использовать их для сварки легированных сталей. Меньшее, чем у кислых покрытий, содержание соединений марганца и кремния делает их менее токсичными. Для рассмотрения представим электроды марок УОНИ13/45, ВН-48, ОЗС-2, СМ-11

и электроды с рутиловым покрытием Мр-3.

Механические свойства и химический состав электродов представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Механические свойства металла шва, наплавленного электродами [9]

Марка	Предел текучести $\sigma_T$ , МПа	Временное сопротивление усталости $\sigma_B$ , МПа	Относительное удлинение $\delta$ , %	Ударная вязкость КСУ, Дж/см <sup>2</sup>
УОНИ13/45	350	460	26	200
ВН-48	335	430	25	176
СМ-11	330	410	22	150
ОЗС-2	372	430	24	176
Мр-3	410	450	18	80

Таблица 4 – Химический состав наплавленного металла [9]

Марка	С	Mn	Si	P	S
УОНИ 13/45	0,09	0,57	0,23	0,027	0,025
ВН-48	0,12	0,6	0,3	0,03	0,03
СМ-11	0,11	0,75	0,3	0,03	0,03
ОЗС-2	0,08	0,8	0,35	0,035	0,03
Мр-3	0,1	0,58	0,17	0,035	0,03

Электроды с рутиловым и основным покрытием имеют отличительные особенности. Для сравнения возьмём УОНИ 13/45 и МР-3.

Электроды для сварки УОНИ 13/45 применяют в случаях, когда к сварным швам имеются особые требования в показателях пластичности и ударной вязкости. Варить можно во всех пространственных положениях, исключая отвесно сверху вниз, ток постоянный обратной полярности.

К их основным преимуществам можно отнести:

- универсальность применения;
- металлургическая чистота и низкое содержание водорода в металлах шва;
- высокая глубина проплавления свариваемых металлов;
- повышенная пластичность и ударная вязкость шва;
- высокая стойкость к возникновению кристаллизационных трещин;

- стабильное горение дуги;
- спокойная ванна, с прозрачной пленкой шлака, что дает возможность наблюдать процесс сваривания;
- тугоплавкая обмазка, позволяющая производить сварку, опираясь на кромку покрытия;
- отсутствие подрезов, угара и разбрызгивания;
- легкая зачистка шва от шлака;
- экономичность в работе.

Для электродов типа ВН-48, ОЗС-2, СМ-11 используют схожие обмазки, стержни и технологии изготовления, но показатели прочности и качества шва выше у УОНИ 13/45.

Электроды МР-3 производят по ГОСТам 9466 и 9467. Они принадлежат к типу Э46, а основное их назначение – сваривание таких сталей, как углеродистые и конструкционные низколегированные с временным механическим сопротивлением разрыву до 50 кгс/мм<sup>2</sup> (490 МПа). Толщина свариваемого металла – 3–20 мм. Изготавливают МР-3 из сварочной проволоки типа Св-08 диаметрами 3–6 мм.

Электроды МР-3 выполняют сварку с использованием источника постоянного либо переменного тока, обеспечивающего напряжение холостого хода не меньше, чем 50 В. При питании постоянным током полярность должна быть обратной.

Технологические свойства электродом МР-3:

- легкое зажигание сварочной электрической дуги и обеспечение последующего ее устойчивого горения;
- позволяют легко формировать шов;
- низкое разбрызгивание металла;
- шлаковая корка хорошо отделяется от шва;
- простое повторное зажигание;
- высокая производительность и качество сварки.

Так же, как и электроды УОНИ13/45 с основным покрытием, МР-3

имеют стабильное горение дуги и легкое отделение шлаковой корки. Существенным различием является низкая ударная вязкость МР-3 и соответственно ограниченная эксплуатация при отрицательных температурах. УОНИ13/45 обладают облегченным повторным зажиганием дуги, что значительно повышает производительность при выполнении прерывистых швов.

С учётом технологических особенностей конструкции выбираем электроды УОНИ13/45.

## 2.3 Расчёт режимов сварки

Режимом сварки называют совокупность основных характеристик сварочного процесса, обеспечивающих получение сварных швов заданных размеров, формы и качества. При РДС диаметр электроды, сила сварочного тока, напряжение дуги, площадь поперечного сечения шва, выполняемого за один проход дуги, число проходов, род тока и полярность. Расчёт режимов сварки будем проводить по рекомендациям, описанным в методическом указании.

На рисунке 2 представлены конструктивные элементы разделки и сварного соединения ТЗ по ГОСТ 5264-80 [10].

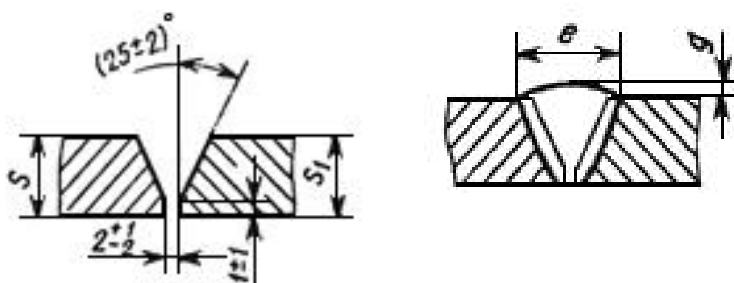


Рисунок 2 – Конструктивные элементы разделки и сварного соединения:

$$S = S_1 = 8 \text{ мм}, b = 0^{+2} \text{ мм},$$

Диаметр электрода для стыковых соединений выбираем в зависимости от толщины свариваемого металла в нашем случае выбираем

электроды толщиной 4 мм.

Расчёт силы сварочного тока при сварке покрытыми электродами производится по диаметру электрода и допускаемой плотности тока. Для электрода с основным покрытием и диаметром 4 мм  $j = 14 \text{ А/мм}^2$ :

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_{э}^2}{4} \cdot j = \frac{\pi \cdot 4^2}{4} \cdot 14 = 175,84 \text{ А} \quad (2)$$

Принимаем сварочный ток равный 175 А.

При использовании ручной дуговой сварки покрытыми электродами можно получить напряжение в диапазоне 20 – 34 В. При проектировании технологических процессов сварки напряжение выбирается на основании рекомендаций справочников и паспорта на марку электродов.

Для приближённого расчёта напряжения на дуге воспользуемся эмпирической зависимостью:

$$U_d = 20 + 0,04 \cdot I_{св} = 20 + 0,04 \cdot 175 = 1,35 \cdot 8 = 27 \text{ В} \quad (3)$$

Далее необходимо определить число проходов. Общая площадь поперечного сечения наплавленного металла:

$$F_n = K_y \cdot \frac{k^2}{2} = 1,35 \cdot 8 = 10,8 \text{ мм}^2 \quad (4)$$

где  $K_y$  – коэффициент увеличения, учитывающий условия сварки, наличие зазора и усиление шва.

Для обеспечения оптимальных условий формирования необходимая площадь поперечного сечения металла, который наплавляется за один проход, должна быть меньше данного значения:

$$F_n = (8...12) \cdot d_{э} = (8...12) \cdot 4 = 32...48 \text{ мм}^2 \quad (5)$$

Число проходов определяют по формуле:

$$n = \frac{F_n}{F_n} = \frac{10,8}{32...48} = 0,23...0,34 \quad (6)$$

Назначаем число проходов равное 1.

При определении числа проходов следует учитывать, что при сварке стыковых соединений за один проход выполняются швы высотой не более 9

мм.

Скорость сварки определяем по формуле:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{\gamma \cdot F_n} = \frac{9,5 \cdot 175}{8100000 \cdot 0,0000108} = 190 \frac{\text{см}}{\text{ч}} \quad (7)$$

где  $\alpha_n$  – коэффициент наплавки, г/Ач,

$F_n$  – площадь поперечного сечения наплавленного металла мм<sup>2</sup>,  $\gamma$  – плотность наплавленного металла.

Для дальнейших вычислений требуется расчет погонной энергии при сварке:

$$q_n = \frac{I_{св} \cdot U_{\partial} \cdot \eta_u}{V_{св}} = \frac{175 \cdot 27 \cdot 0,8}{190} = 4,5 \frac{\text{кДж}}{\text{см}} \quad (8)$$

Теперь можно определить глубину проплавления, для этого необходимо использовать значения всех констант для низкоуглеродистых сталей. Отсюда:

$$r = 0,005588 \cdot \sqrt{q_n} = 0,005588 \cdot \sqrt{4500} = 0,375 \text{ см} \quad (9)$$

Необходимо учесть, что условия ввода теплоты в изделие при ручной дуговой сварке, которые будут на практике, будут иметь отличия по сравнению с расчётной схемой. Тогда глубина провара будет равна:

$$H = (0,5...0,7) \cdot r = (0,5...0,7) \cdot 0,375 = 0,19...0,26 \text{ см} \quad (10)$$

## 2.4 Выбор источника питания

При выборе источника питания главным фактором является обеспечение необходимой устойчивости горения дуги. Для выполнения этого нужно, чтобы выбранный источник питания для ручной дуговой сварки удовлетворял следующим необходимым требованиям:

- он должен иметь напряжение холостого хода, т.е. напряжение на зажимах источника;
- тока, при разомкнутой сварочной цепи, достаточно для легкого возбуждения дуги и устойчивого ее горения;

- обладать достаточной мощностью для выполнения сварочных работ;
- обеспечивать ток короткого замыкания, не превышающий установленных значений, чтобы источник тока выдерживал продолжительные короткие замыкания сварочной цепи без перегрева и повреждения обмотки, при достаточной стабильности процесса;
- обладать хорошими динамическими свойствами, т. е. обеспечивать быстрое восстановление напряжения дуги после коротких замыканий;
- обладать заданной внешней характеристикой.

Однопостовые сварочные выпрямители с падающими характеристиками предназначены для ручной дуговой сварки штучными электродами. Сварочные качества выпрямителей характеризуются стабильностью начального возбуждения дуги и процесса сварки, хорошим качеством формирования шва и сравнительно малым разбрызгиванием электродного металла. Перенос металла при оптимальных режимах ручной дуговой сварки происходит с периодическими замыканиями каплями дугового промежутка, и лишь при удлинении дуги возможна крупнокапельная форма переноса без коротких замыканий.

Рассмотрим выпрямители DC 250.3, ВД-306Д и Master 2800, широко используемые для ручной дуговой сварки. Технические характеристики выпрямителей приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические характеристики сварочных выпрямителей для ручной дуговой сварки покрытыми электродами [11-13]

Наименование параметра	Марка источника питания		
	DC 250.3	ВД-306Д	Master 2800
Пределы регулирования сварочного тока, А	25-250	5-315	15-280
Масса, кг	20	125	22

При выборе выпрямителя основное внимание уделим таким параметрам как номинальный режим работы, габаритные размеры масса аппарата. Инверторные источники питания DC 250.3 и Master 2800 имеют значительные



преимущества по сравнению с традиционными источниками питания ВД-306Д по части массогабаритных показателей, главным образом, за счет незначительных размеров трансформатора и катушки индуктивности, делая источник питания маленьким портативным при низких потерях (КПД 80-90% в сравнении с ВД-306Д) и повышенном номинальном режиме работы. Так же аппараты DC 250.3 и Master 2800 снабжены системой «горячего старта», обеспечивающей лёгкое возбуждение сварочной дуги. С экономической точки зрения, при прочих равных характеристиках источник питания DC 250.3 более выгоден.

## 2.5 Расчёт химического состава шва

Содержание рассматриваемого элемента в металле шва определяется по правилу смешения по формуле:

$$[X]_{ш} = \gamma_0 [X]_0 + (1 - \gamma_0) [X]_э \pm \Delta X \quad (11)$$

где  $[X]_{ш}$ ,  $[X]_0$ ,  $[X]_э$  – концентрации рассматриваемого элемента в металле шва, основном металле, электродном металле соответственно;

$\Delta X$  – изменение данного элемента в составе основного электродного металла за счёт взаимодействия расплавленного металла с окружающей средой;

$\gamma_0$  – доля участия основного металла в металле шва.

Определение доли участия основного металла в металле шва. Для этого можно сделать допущение, что фактическая формы шва представляет собой окружность со срезом в месте расположения электрода при сварке. С учетом уже известной глубины провара, предположим, что  $R = 3,5$  мм, а срез и прочие неровности проплавления снижают площадь на 25%, тогда общая площадь шва и наплавленного металла равны:

$$F_{ш} = 0,75 \cdot \pi \cdot R^2 = 0,75 \cdot \pi \cdot 3,5^2 = 28,85 \text{ мм}^2 \quad (12)$$

Определим долю участия основного металла:

$$\gamma_0 = \frac{F_{ш} - F_n}{F_{ш}} = \frac{28,85 - 10,8}{28,85} = 72,3\% \quad (13)$$

Рассчитаем химический состав шва:

$$[C]_{ш} = 0,723 \cdot 0,12 + (1 - 0,723) \cdot 0,1 = 0,1145\%$$

$$[Mn]_{ш} = 0,723 \cdot 1,7 + (1 - 0,723) \cdot 0,58 = 1,39\%$$

$$[Si]_{ш} = 0,723 \cdot 0,8 + (1 - 0,723) \cdot 0,17 = 0,63\%$$

$$[S]_{ш} = 0,723 \cdot 0,04 + (1 - 0,723) \cdot 0,03 = 0,037\%$$

$$[P]_{ш} = 0,723 \cdot 0,035 + (1 - 0,723) \cdot 0,035 = 0,035\%$$

$$[Ni]_{ш} = 0,723 \cdot 0,3 = 0,217\%$$

$$[Cr]_{ш} = 0,723 \cdot 0,3 = 0,217\%$$

$$[Cu]_{ш} = 0,723 \cdot 0,3 = 0,217\%$$

$$[Al]_{ш} = 0,723 \cdot 0,3 = 0,217\%$$

## 2.6 Определение ожидаемых механических характеристик металла шва

При разработке технологического процесса для конструкционных низколегированных сталей в зависимости от требований можно рассчитать скорость охлаждения металла и зоны термического влияния, длительность пребывания металла в интервале температур, долю участия основного металла формирования. Так же можно определить химический состав металла шва для всех легирующих элементов, механические свойства металла: шва предел текучести, предел прочности, относительное удлинение, относительное поперечное сужение, ударную вязкость.

Увеличение скорости охлаждения металла, вместо сравнительно мягких равновесных структуру феррито-перлитной стали, происходит образование неравновесных, мелкозернистая структура сорбита, тростита и перлита, что приводит к заметному повышению прочности и уменьшению пластичности металла шва.

Механические свойства для конструкционных сталей оценивают с помощью безразмерных коэффициентов. Экспериментальное определение механических характеристик металла шва позволило установить коэффициенты влияния каждого химического элемента и составить эмпирическое выражение для расчета ожидаемых механических характеристик металла шва низколегированных швов. Поэтому для конструкционных сталей рекомендуется использовать эмпирические зависимости:

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{вн}} &= 4,8 + 50C + 25,2Mn + 17,5Si + 23,9Cr + 7,7Ni + 8W + 70Ti + 17,6Cu + 29Al + \\ &+ 16,8Mo = 4,8 + 50 \cdot 0,1145 + 25,2 \cdot 1,39 + 17,5 \cdot 0,63 + 23,9 \cdot 0,217 + 17,6 \cdot 0,217 + \\ &+ 29 \cdot 0,217 = 472 \text{ МПа}\end{aligned}\quad (14)$$

Для относительного удлинения:

$$\begin{aligned}\delta_{\text{ш}} &= 50,4 - (21,8C + 15Mn + 49Si + 5,8Cr + 2,4Ni + 2,2W + 6,6Ti + 6,2Cu) + 17,1Al + \\ &+ 2,7Mo = 50,4 - (21,8 \cdot 0,1145 + 15 \cdot 1,3 + 49 \cdot 0,63 + 5,8 \cdot 0,217 + 2,4 \cdot 0,217 + \\ &+ 6,2 \cdot 0,217) + 17,1 \cdot 0,217 = 24,1\%\end{aligned}\quad (15)$$

Для ударной вязкости шва:

$$\begin{aligned}KCU_{\text{ш}} &= 23,3 - (25,7C + 6,4Mn + 8,4Si + 2,4Cr + 1,6Ni + 0,5W + 15,4Ti + 4Cu) + \\ &+ 18Al + 1,4Mo = 68,8 \frac{\text{Дж}}{\text{см}^3}\end{aligned}\quad (16)$$

Для предела текучести:

$$\sigma_{\text{тш}} = 0,73 \cdot \sigma_{\text{вн}} = 345 \text{ МПа} \quad (17)$$

Данную формулу можно использовать в случаях, когда скорость охлаждения металла не больше значений из диапазона 2–3 °С/с (отсутствует эффект заковки), а также суммарное содержание всех легирующих элементов не должно превышать 5%. Если при расчёте механические характеристики шва получились ниже характеристик основного металла, то необходимо увеличить высоту шва изменить режим сварки либо заменить сварочные материалы.

## 2.7 Расход сварочных материалов

Согласно сварочно–технологическим свойствам электродов УОНИ13/45 расход электродов на 1 кг расплавленного металла составляет 1,7 кг.

Для ручной дуговой сварки расход электродов можно определить по формуле:

$$G_{\text{э}} = G_{\text{н}} \cdot K_{\text{р}}, \quad (18)$$

где  $K_{\text{р}}$  – коэффициент расхода электродов на один килограмм наплавленного металла;

$G_{\text{н}}$  – масса наплавленного металла.

Массу наплавленного металла определим по формуле:

$$G_{\text{н}} = F_{\text{н}} \cdot l_{\text{ш}} \cdot \gamma, \quad (19)$$

где  $l_{\text{ш}}$  – длина шва; для семивиткового двухстороннего прерывистого шва

$$150/250 \cdot l_{\text{ш}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 218 \cdot 2 \cdot 150/250 = 1643 \text{ мм.}$$

Тогда расход электродов будет равен:

$$G_{\text{э}} = 1,7 \cdot 0,108 \cdot 164,3 \cdot 7,8 = 2353 \text{ г.}$$

## 2.8 Необходимые мероприятия для снижения деформаций и напряжений

Все способы для необходимо уменьшения деформаций и напряжений при использовании сварки можно разделить на две основные группы:

- способы, при использовании которых можно обеспечить дальнейшее исправление деформаций и снять возникающие напряжения;
- способы, при использовании которых можно предотвратить вероятность возникновения деформаций и напряжений или уменьшить их влияние.

Ко второй группе мероприятий относят следующие способы: правильная последовательность сварки требуемого изделия, закрепление данного изделия, предварительный обратный выгиб должен быть выполнен; подогрев, интенсивное охлаждение свариваемых деталей и некоторые другие.

Использование предварительного выгиба свариваемых деталей помогает в борьбе со следующими проблемами: деформации из плоскости, деформации в плоскости. Обратный выгиб свариваемых кромок находит достаточно широкое применение в борьбе с деформациями в стыковых соединениях.

При использовании интенсивного охлаждения сварных соединений можно добиться уменьшения диапазона температур, при которых возникают пластические деформации после сварки.

При использовании подогрева можно предотвратить напряжения и возможные последующие деформации, возникающие при сварке. Подогрев свариваемых деталей также позволяет снизить неравномерность распределения температур, что обеспечивает уменьшение или полное устранение действия основного фактора за счёт которого вызываются сварочные напряжения и деформации.

При использовании пластической деформации сварных швов и околошовной зоны можно добиться уменьшения, а в некоторых случаях можно достичь полного снятия сварочных напряжений и остаточных деформаций. Этого можно достичь при использовании местной обработки швов и околошовной зоны, за счёт чего в данных швах дополнительно создаются пластические деформации растяжения, которые устраняют деформации сжатия, возникающие при сварке. Данную обработку швов можно достичь проколачиванием или проковкой. При проколачивании шва в горячем состоянии необходимо соблюдать следующее условие: температура используемого металла должна быть не ниже 500°C. Это необходимо соблюдать для того чтобы не попасть в интервал температур пониженной пластичности. В случае использования холодного проколачивания шва и околошовной зоны необходимо чтобы температура металла не превышала

100°C.

Наибольшей эффективностью по полному снятию напряжений является такой способ как термическая обработка. Данный способ достаточно часто применяется в сварных изделиях из легированных сталей.

Для снятия напряжений назначается высокий отпуск. При такой термической обработке сварочные напряжения снимаются за счёт того, что при нагреве предел текучести материала сильно падает при температуре 600°C близок к нулю; поэтому материал не оказывает сопротивление пластическим деформациям, благодаря чему внутренние остаточные напряжения полностью исчезают [14].

## **2.9 Технология сборки и сварки**

Перед сборкой трубы необходимо зачистить от различного рода загрязнений, обезжирить и зачистить угловой шлифовальной машинкой от ржавчины.

Очистить место под сварку шнека от масла и других загрязнений, влияющих на качество сварки.

Далее необходимо поочередно насаживать витки и делать точечные прихватки в разных концах витков.

При установке шнеков, последующие должны прилегать к предыдущим так, чтобы они образовывали одну плоскость. Для установки последующего шнека используется молоток, а для контроля плоскости используется угольник или приспособление.

После завершения заготовительная операция необходимо произвести сварку, отступив от края 5 мм выполнить шов 150 / 250 по всей длине шнеков. Шов выполняется одновременно с двух сторон. Сначала выполняется два шва с одной стороны, после с другой. Далее конструкция поворачивается для выполнения дальнейших швов. После выполнения всех швов они защищаются.

## 2.10 Контроль качества сварных швов

После завершения сварочных работ необходимо проконтролировать сварные соединения. Для этого необходимо воспользоваться двумя видами неразрушающего методами контроля сварных соединений:

- визуально-измерительный контроль сварных соединений;
- рентгенографический контроль сварных соединений.

Визуально-измерительный метод контроля сварных швов позволяет выявить такие виды дефектов как:

- прожоги;
- наплывы металла;
- неправильный катет шва;
- редкую чешуйчатость;
- открытые кратеры сварочной ванны;
- ошибочные пропорции относительно ширины и высоты наплавленного металла;
- непроваренные участки;
- изменение цвета металла (из-за перегрева или неправильного материала присадки);
- подрезы высокой силой тока.

Необходимое оборудования для проведения визуально-измерительного контроля ГОСТ 23479-79 указывает и на применение конкретного оборудования и инструментов для качественного исследования визуальным способом [15]:

- сварочные шаблоны для проверки параметров геометрии швов;
- измерительные лупы;
- угломеры с иониусом;
- угольники для проверки 90 градусов;
- щупы для контроля выдержки зазоров;

- штангенциркули;
- микрометры;
- линейки и рулетки.

Для надлежащего обследования и контроля необходимо хорошее освещение, поэтому у контролера всегда должен быть фонарик и дополнительные осветительные установки. В некоторых случаях применяются микроскопы и бороскопы. Это позволяет точнее определить характер дефекта и его серьезность. В ходе выполнения ВИК необходимо соблюдать все нормы, указанные в документации (РД 03-606-03 инструкция по визуальному и измерительному контролю).

Рентгенографический метод контроля сварных соединений даёт возможность выявить следующие типы дефектов:

- Плохо проваренные места соединительных швов.
- Трещины и каверны, причём даже те, которые находятся под поверхностью детали и не обнаруживаются другими методами дефектоскопии.
- Включения инородных материалов – шлаков, окислов и т. п.

Рентгенографический метод контроля необходимо проводить с соблюдением всех правил и указании в соответствии с ГОСТ 5212-82.

Рентгенографический метод исследования сварных соединений считается одним из наиболее достоверных способов дефектоскопии, детальным показателем состояния отдельных участков конструкций. Он основывается на поглощении лучей плотной средой. При этом чем плотнее структура, тем меньшее количество лучей выйдет наружу. Соответственно, когда внутри сварного шва имеются дефекты, то в этих местах пройдет меньше лучей. Задачи процедуры — обнаружить трещины, расположенные вдоль и поперек сварного шва с размером раскрытия 0,05 мм и выше, а также непровары в сварных соединениях, поры, раковины.

Основными достоинствами радиационного контроля являются:

- высокая выявляемость объёмных дефектов;



- наглядность;
- Документальность;

Недостатки РК:

- необходимость двустороннего доступа к объекту контроля;
- радиационная опасность;

### **3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Данный раздел выпускной квалификационной работы предназначен для анализа конкурентоспособности, ресурсоэффективности и расчёта бюджета проводимой разработки. Настоящая работа проводится на предприятии ООО "Кандинский гравий" расположенное в г. Томск и предполагает исследование эффективности способа решения поставленной инженерной задачи, а именно – разработка технологии ремонта шнека. Оценка перспективности, планирование и формирование бюджета научного исследования позволяют анализировать его экономическую эффективность.

#### **3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

##### **3.1.1 Анализ конкурентных технических решений**

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим конкурентам.

Данный анализ был проведен с помощью оценочной карты.

Используемые техники сварки центральной части днища ковша:

- 1) А – ручная дуговая сварка;
- 2) Б – механизированная сварка в среде защитного газа;
- 3) В – механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в (таблице 6), подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических

особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 6 – Оценочная карта для сравнения конкурентного оборудования

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентно-способность		
		Б <sub>А</sub>	Б <sub>В</sub>	Б <sub>С</sub>	К <sub>А</sub>	К <sub>В</sub>	К <sub>С</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0.1	3	4	4	0.3	0.4	0.4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0.06	5	5	5	0.3	0.3	0.3
3. Уровень качества сварных соединений	0.1	3	4	4	0.3	0.4	0.4
4. Энергоэкономичность	0.06	4	4	4	0.24	0.24	0.24
5. Надежность	0.06	4	5	5	0.24	0.3	0.24
6. Уровень производимого шума	0.07	4	3	4	0.28	0.21	0.28
7. Необходимость в высококвалифицированных специалистах	0.05	2	4	4	0.1	0.2	0.2
8. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0.08	5	5	5	0.4	0.4	0.4
9. Простота эксплуатации	0.05	5	4	4	0.25	0.2	0.2
10. Качество интеллектуального интерфейса	0.05	2	4	4	0.1	0.2	0.2
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0.06	5	5	4	0.3	0.3	0.24
2. Уровень проникновения на рынок	0.05	5	4	4	0.25	0.2	0.2
3. Цена	0.06	5	4	3	0.3	0.24	0.18
4. Предлагаемый срок эксплуатации	0.05	5	4	4	0.25	0.2	0.2
5. Срок окупаемости	0.05	4	4	4	0.2	0.2	0.2
6. Наличие сертификации разработки	0.05	4	4	4	0.2	0.2	0.2
Итого	1	65	67	66	4.01	4.09	4.08

Исходя из проведенного выше анализа (таблица 6) следует, что все три способа сварки конкурируют между собой. Ручная дуговая сварка имеет более низкую цену сварочных материалов, однако она уступает механизированной сварке по качеству сварных соединений. Также при использовании

механизированной сварки повышается производительность работы, по сравнению с ручной дуговой сваркой. Однако применение механизированной сварки в среде защитных газов при большой скорости ветра становится очень затратной, за счет высокого расхода газа. Аналогом является механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой для применения которой не требуется подача газа, тем самым можно исключить баллоны с газом как оборудование. Более конкурентоспособной является механизированная сварка в среде защитных газов за счет производительности, дешевизны и простоты в использовании. Механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой уступает по цене сварочных материалов механизированной сварке в среде защитных газов, а также по большому разбрызгиванию самозащитной порошковой проволоки, что в заводских условиях стремятся привести к минимуму.

### **3.1.2 SWOT-анализ**

SWOT анализ – это метод оценки ситуации и будущих перспектив проекта, основная задача которого: определить сильные и слабые стороны, возможности и угрозы со стороны внешней окружающей среды. На основании анализа делается вывод: правильно развивается проект, какие риски нужно предусмотреть, что следует делать, каковы перспективы проекта.

Таблица 7 – Матрица SWOT проекта

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Возможность изготовления в полевых условиях</p> <p>С2. Использование современного оборудования</p> <p>С3. Широкая область применения</p> <p>С4. Наличие бюджетного финансирования проекта</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Сложность транспортировки</p> <p>Сл2. Развитие передовых технологий</p> <p>Сл3. Реализация проекта требует значительных инвестиций и сопряжена с длительным сроком окупаемости.</p> <p>Сл4. Отсутствие квалифицированного персонала</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Получение качественных сварных соединений</p>		
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Появление новейших технологий</p> <p>У2. Отсутствие спроса производимого товара на рынок</p> <p>У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства</p>		

На втором этапе SWOT-анализа строятся интерактивные матрицы, которые представлены в таблицах 8, 9, 10, 11.

Таблица 8 – Интерактивная матрица «Сильные стороны и возможности»

Сильные стороны					
Возможности		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	0	+
	B2	+	+	+	+

При анализе данной интерактивной матрицы выявляются следующие сильные стороны и возможности: B1B2C1C2C4, B2C3.

Таблица 9 – Интерактивная матрица «Слабые стороны и возможности»

Слабые стороны					
Возможности		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	+	-	-	-
	B2	-	-	0	-

При анализе данной интерактивной матрицы выявляются следующие сильные стороны и возможности: B1Сл1.

Таблица 10 – Интерактивная матрица «Сильные стороны и Угрозы»

Сильные стороны					
Угрозы		C1	C2	C3	C4
	У1	+	+	+	0
	У2	+	+	+	+
	У3	-	-	-	-
	У4	+	+	+	-

При анализе данной интерактивной матрицы выявляются следующие сильные стороны и возможности: У1У2У4С1С2С3, У2С4.

Таблица 11 – Интерактивная матрица «Слабые стороны и Угрозы»

Слабые стороны					
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	-	+	+	-
	У2	-	-	+	-
	У3	+	-	+	+
	У4	+	+	+	+

При анализе данной интерактивной матрицы выявляются следующие сильные стороны и возможности: У1Сл2, У1У2У3У4Сл3, У3Сл1Сл4, У4Сл1Сл2Сл4.

Таким образом, в рамках третьего этапа может быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 12).

Таблица 12 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Возможность изготовления в полевых условиях</p> <p>С2. Использование современного оборудования</p> <p>С3. Широкая область применения</p> <p>С4. Наличие бюджетного финансирования проекта</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Сложность транспортировки</p> <p>Сл2. Развитие передовых технологий</p> <p>Сл3. Реализация проекта требует значительных инвестиций и сопряжена с длительным сроком окупаемости.</p> <p>Сл4. Отсутствие квалифицированного персонала</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Получение качественных сварных соединений</p>	B1B2C1C2C4, B2C3	B1Сл1
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Появление новейших технологий</p> <p>У2. Отсутствие спроса производимого товара на рынок</p> <p>У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства</p> <p>У4. Введение дополнительных государственных требований к сертификации оборудования и квалификации персонала.</p>	У1У2У4С1С2С3, У2С4	У1Сл2, У1У2У3У4Сл3, У3Сл1Сл4, У4Сл1Сл2Сл4

На основании SWOT- анализа нужно как можно более эффективней

использовать сильные стороны данного проекта: широкая область применения и возможность изготовления в полевых условиях. Проблему кадров можно решить при помощи выпускников ТПУ. От экономических и политических изменений не застраховано практически ни одно предприятие.

### **3.2 Планирование научно-технического исследования**

#### **3.2.1 Структура научно-технического исследования**

При создании нового продукта предприятию необходимо правильно планировать сроки выполнения отдельных этапов работ, учитывать расходы на материалы, зарплату. А также оценивать наиболее правильный вариант изготовления рабочего продукта. Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Таблица 13 – Перечень работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	Руководитель
	2	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель, инженер
Теоретическая подготовка к выполнению работы	3	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	4	Выбор способа сварки	Инженер
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер



Продолжение таблицы 13

Теоретическое исследование и выполнение расчётов	6	Подбор нормативных документов	Инженер
	7	Изучение установки	Инженер
	8	Произведение необходимых расчётов	Инженер
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Руководитель, инженер
	10	Вывод по цели	Руководитель, инженер
Написание диплома	11	Выполнение основной части диплома	Инженер
	12	Выполнение других разделов	Инженер

### 3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула [16]:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (20)$$

где  $t_{ожі}$  — ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$  — минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$  — максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

В данном дипломном проекте трудоемкость рассчитывается исходя из

работ, которые выполняют студент, научный руководитель и консультант. Исходя из полученной трудоемкости рассчитывается продолжительность работ, на каждом этапе проектирования, по следующей формуле [16]:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (21)$$

Где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб.дн.

$t_{ожi}$  –ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел. дн.

$Ч_i$  –численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на одном этапе, чел.

### 3.2.3 Разработка графика проведения научно-технического исследования

Для отображения этапов проектирования используется график сетевой, либо линейный. Для удобства построения графика необходимо каждый этап перевести в календарные дни. Рассчитывается по следующей формуле [16]:

$$T_{Ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (22)$$

где  $T_{Ki}$  – продолжительность одной работы в календарных днях.

$k_{кал}$  –коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по следующей формуле [16]:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (23)$$

где  $T_{кал}$  – календарных дней году (366).

$T_{вых}$  – выходных дней в году (104).

$T_{пр}$  – праздничных дней в году (15).

$$k_{кал} = \frac{366}{366 - 104 - 15} = 1,48 \quad (24)$$

Полученные данные, которые были рассчитаны вышеуказанными

формулами, заносятся в таблицу.

Таблица 14 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях, $T_{ki}$
	tmin, чел-дни	tmax, чел-дни	тож, чел-дни			
Постановка целей и задач, получение исходных данных	2	5	3,2	Руководитель	3,00	5,00
Составление и утверждение ТЗ	2	5	3,2	Руководитель, инженер	2,00	3,00
Подбор и изучение материалов по теме	10	15	12	Инженер	12,00	18,00
Выбор способа сварки	1	3	1,8	Инженер	1,00	2,00
Календарное планирование работ по теме	2	6	3,6	Руководитель, инженер	2,00	3,00
Подбор нормативных документов	4	8	5,6	Инженер	6,00	9,00
Изучение установки	6	10	7,6	Инженер	8,00	12,00
Произведение необходимых расчётов	7	12	9	Инженер	9,00	14,00
Анализ результатов	10	15	12	Руководитель, инженер	6,00	9,00
Вывод по работе	6	10	7,6	Руководитель, инженер	4,00	6,00
Написание основной части диплома	10	15	12	Инженер	12,00	18,00
Написание других разделов	5	8	6,2	Инженер	6,00	9,00

### **3.3 Бюджет научно-технического исследования**

При планировании бюджета НТИ обеспечиваем полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета используем следующие группировки по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- амортизационные отчисления;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- накладные расходы;

#### **3.3.1 Материальные затраты**

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль, содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, других основных средств и прочее);
- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;
- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований);

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i + N_{расх}, \quad (25)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Величина коэффициента ( $k_T$ ), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносим в таблицу 10

Таблица 15 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Электроды	кг	0,5	200	115
Бумага	лист	100	2	230
Интернет	МБ(пакет)	1	350	402,5
Картридж для принтера	шт.	1	1000	1150
Итого				1897,5

### 3.3.2 Амортизационные отчисления

Расчет амортизации ПК: первоначальная стоимость 40000 рублей; срок

полезного использования составляет 2-3 года, берем 3 года; планируем использовать ПК для написания ВКР в течение 4 месяцев.

Норма амортизации:

$$A_n = \frac{1}{n} \cdot 100\% = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,33\% \quad (26)$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_r = 40000 \cdot 0,33 = 13200 \text{ рублей} \quad (27)$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_m = \frac{13200}{12} = 1100 \text{ рублей} \quad (28)$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A_n = 1100 \cdot 4 = 4400 \text{ рублей} \quad (29)$$

### 3.3.3 Заработная плата исполнителей

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату [16]:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (30)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ).

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле [16]:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (31)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 14);

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [16]:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_o}, \quad (32)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года ( $M=10,4$  месяца, 6-дневная рабочая неделя, при отпуске в 48 раб.дня);

$F_o$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно – технического персонала, раб. дн (таблица 16).

Таблица 16 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент	Консультант
Календарное число дней	366	366	366
Количество нерабочих дней – выходные дни - праздничные дни	119	119	119
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезням	30	30	30
Действительный годовой фонд рабочего времени	217	217	217

Месячный должностной оклад работника [16]:

$$Z_m = Z_{тс} (1 + k_{пр} + k_d) k_p, \quad (33)$$

где  $Z_{тс}$  - заработная плата по тарифной ставке, руб ();

$k_{пр}$  - премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $З_{тс}$  );

$k_{д}$  - коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2-0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20% от  $З_{тс}$  );

$k_{р}$  - районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 17 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Разряд	$З_{тс}$ , руб	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$З_{м}$ , руб	$З_{дн}$ , руб	$T_{р}$ , раб.дн	$З_{осн}$ , руб
Руководитель	К.т.н.,доцент	19234,32	0,3	0,2	1,3	37506,92	1797,57	17	30558,64
Студент	-	6276,7	0,3	0,2	1,3	12239,57	586,60	68	39888,57
Итого, руб									70447,21

### 3.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле [16]:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} \quad (34)$$

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Тогда:

$$З_{доп} = 70447,21 \cdot 0,15 = 10567,08 \text{ руб}$$



### 3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы [16]:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (35)$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (табл. 18).

Таблица 18 – Отчисления во внебюджетные фонды.

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	30558,64	4583,80
Студент	39888,57	5983,29
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302	
Итого	24466,316	

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{накл} = k_{нр} \cdot (З_{мат} + З_{амор} + З_{осн} + З_{доп} + З_{внеб}) \quad (36)$$

где  $k_{нр}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

### 3.3.6 Формирование бюджета затрат

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку. Данные бюджета затрат НИИ приведены в таблице 19

Таблица 19 – Бюджет затрат

Наименование	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты	1897,5	1,46
Затраты на амортизацию	4400	3,39
Затраты на основную заработную плату	70447,21	54,33
Затраты на дополнительную заработную плату	10567,08	8,15
Страховые взносы	24466,316	18,87
Накладные расходы	17884,50	13,79
Общий бюджет	129662,60	100

В данном разделе был выполнен анализ ресурсоэффективности и ресурсосбережения научно-исследовательской работы – разработка технологии ремонта шнека. Данная технология является конкурентоспособной благодаря своим преимуществам: широкая область применения и возможность изготовления в полевых условиях. Были проанализированы слабые и сильные стороны работы, способы устранения их и использования для продвижения исследовательской работы. Был проведен прогноз внешних угроз и возможностей, учитывая которые можно повысить конкурентоспособность данного проекта. В данном разделе было произведено распределение обязанностей по научно-исследовательской работе и рассчитано время, необходимое для выполнения работы. Общая продолжительность работ составила 107 дней. Также был сформирован бюджет затрат НИИ, который

составил 129662,60 руб., на зарплату приходит больший процент затрат, равный 62,48%.

## **4 Социальная ответственность**

Объектом исследования является, разработка технологии ремонта шнека, которая позволит снизить затраты за счет оптимизации ремонта, для предприятия ООО” Кандинский гравий” расположенное в г. Томск. Для выполнения работ необходимо выбрать наиболее оптимальную технологию ремонта шнека, а также выбрать необходимые элементы для ремонта: источник питания для сварки, материал и размеры электродов. Задачи исследования: анализ возможных опасностей при ремонте шнека и последствий их воздействия на организм человека, анализ эффективных мероприятий по защите от выявленных опасностей. Также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда [17].

### **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Регулирование трудовых отношений в соответствии с Конституцией РФ осуществляется: трудовым законодательством, состоящим из Трудового кодекса, иных федеральных законов и законов субъектов РФ, содержащих нормы трудового права; иными нормативными правовыми актами (указы Президента РФ; постановления Правительства РФ и нормативно правовые акты федеральных органов исполнительной власти), а также коллективными договорами, соглашениями и локальными нормативными актами.

#### **4.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства**

Согласно Трудовому кодексу Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020), работник ООО” Кандинский гравий” имеет право на [18]:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

#### **4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Производство сварочно-монтажных работ должно осуществляться с оформлением наряда-допуска на огневые работы. При производстве работ должен быть организован контроль воздушной среды на загазованность. Применяемые при проведении работ сварочное оборудование, переносной электроинструмент, освещение, средства индивидуальной защиты должны соответствовать требованиям правил устройства электроустановок, правил эксплуатации электроустановок потребителей. К проведению сварочных работ и работ с переносным электроинструментом допускаются лица, прошедшие предварительное обучение, проверку знаний инструкций по охране труда. Перед началом электросварочных работ необходимо проверить исправность изоляции сварочных кабелей и электрододержателей, а также плотность соединений всех контактов. Кабели, подключенные к сварочным аппаратам, распределительным щитам и другому оборудованию, а также в местах

сварочных работ, должны быть надежно изолированы от действия высокой температуры, химических воздействий и механических повреждений. Переносной электроинструмент, светильники, ручные электрические машины должны быть подключены только через устройство защитного отключения (УЗО). На корпусе электросварочного аппарата должен быть указан инвентарный номер, дата следующего измерения сопротивления изоляции и принадлежность подразделению. Запрещается проведение сварочных работ во время снега или дождя без применения навеса над местом производства работ и ветра со скоростью свыше 10м/сек. Запрещается проведение сварочно-монтажных и погрузочно-разгрузочных работ в грозу. При оставлении места работы сварщик должен отключить сварочный аппарат. Рабочие места сварщиков на два поста и более, должны быть разделены ограждающими ширмами, защищающими сварщиков от излучения дуги, брызг расплавленного металла, и обеспечивать достаточное пространство для каждого работающего [19].

## **4.2 Производственная безопасность**

В данном пункте проведем анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникать при проведении сварочно-монтажных работ

### **4.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований**

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [20]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для данного вида деятельности представлен в виде таблицы:

Таблица 20 - Опасные и вредные факторы при ремонте шнека

Источник фактора, наименование	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Технология ремонта шнека Полевые работы: 1) ремонт шнека производится с помощью ручной дуговой сварки.	1. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; 2. Неудовлетворительный микроклимат; 3. Повышенный уровень шума на рабочем месте; 4. Повышенная яркость света, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение; 5. Повышенный уровень электромагнитных излучений	1. Электроопасность. 2. Пожаровзрывоопасность	ГОСТ 12.1.005-88 [21]; ГОСТ 12.1.003-83 [22]; ГОСТ 12.1.038-82 [23]; ГОСТ 12.3.003-86 [24] СанПиН 2.1.1191-2003[28]

#### 4.2.2 Анализ выявленных вредных факторов и мероприятия по их устранения

##### *Повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей среды*

При сварке в зону дыхания рабочих могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твердой фазы окислы различных металлов (марганца, хрома, никеля, меди, алюминия, железа), их окислы и другие соединения, а также газы (окись углерода, озон, фтористый водород, окислы азота). Количество и состав сварочных аэрозолей, их токсичность зависят от химического состава сварочных и свариваемых металлов.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ, встречающихся в воздухе рабочей зоны при производстве сварочных работ

по ГОСТ 12.1.005-88 [21] представлены в таблице 21

Таблица 21 – Предельно допустимые концентрации вредных веществ

Вредные вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Агрегатное состояние
Азота оксиды (в пересчете на NO <sub>2</sub> )	5	2	П
Алюминий и его сплавы, оксид алюминия (в том числе, с примесью диоксида кремния) в виде аэрозоля конденсации	2	4	А
Железа оксид с примесью оксидов марганца (до 3 %), легированные стали и их смеси с алмазом до 5 %	6	4	А
Железа оксид с примесью оксидов фтористых или 3...6 % марганцовых соединений	4	4	А
Марганец (до 20 % в сварочном аэрозоле)	0,2	2	А
Никель, оксид никеля	0,05	1	А
Озон	0,1	1	П
Оксид углерода	20	4	П
Фтористый водород	0,5/0,1	2	П

К средствам защиты органов дыхания относятся противогазы, полумаски, респираторы. Применяемые средства индивидуальной защиты должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.011-89 [25].

#### *Неудовлетворительный микроклимат*

Ремонт шнека будет производиться в полевых условиях, следовательно, наибольшее влияние оказывает температура окружающей среды. Так как величина температуры зимой опускается достаточно ощутимо, примем во внимание температуры ниже которых отменяют работы. В таблице 3 представлены условия, при которых запрещаются работы на открытом воздухе [26].

Таблица 22 – Условия, при которых запрещаются работы на открытом воздухе

Скорость ветра, м/с	Температура, °С
При безветренной погоде	Минус 36
Не более 5	Минус 35
5 – 10	Минус 34
10 – 15	Минус 32

Чтобы избежать переохлаждений и обморожений сварщики,



работающие на открытой территории в зимний период года, должны быть обеспечены спецодеждой с теплозащитными свойствами. При температуре окружающего воздуха ниже минус 10 °С необходимо иметь вблизи рабочего места сварщика инвентарное помещение для обогрева, при температуре ниже минус 36 °С – оборудовать тепляк.

#### *Повышенный уровень шума на рабочем месте*

Производственный шум, это сочетание различных по частоте и силе звуков. Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- движущиеся транспортные средства, грузоподъемные машины;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток, шабер, машинка ручная шлифовальная и др.

Допускаемые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах по ГОСТ 12.1.003-83 [22] представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Допускаемые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ А
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Выполнение всех видов работ	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

При превышении предельно допустимых норм шума работники должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты органов слуха: противошумными наушниками, шлемами или противошумными вкладышами. Типы и группы СИЗ органов слуха следует выбирать в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.051-87 [27].

### *Повышенная яркость света, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение*

Сварка открытой дугой сопровождается выделением мощной лучистой и тепловой энергии. Яркость электрической дуги превышает 1600 стильб. Нормальное зрение человека способно воспринимать безболезненно яркость не более одного стильба [24]. На незащищенных частях тела лучистая и тепловая энергия вызывает покраснение и ожоги различной степени, в зависимости от расстояния до источника излучения.

Интенсивность теплового излучения в оптическом диапазоне (ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное) на постоянных рабочих местах не должна превышать допустимых величин, приведенных в таблице 24.

Таблица 24 – Предельно допустимая концентрация интенсивности излучения в оптическом диапазоне на постоянных рабочих местах

Области спектра	Длина волны, мкм	ПДК Вт/м <sup>2</sup>
Ультрафиолетовое	0,22 – 0,28	0,001
	0,28 – 0,32	0,05
	0,30 – 0,4	10
Инфракрасное	0,76 – 1,4	100
	1,4 – 3	120
	3 – 5	150

Для защиты лицо сварщика во время выполнения сварочных операций закрывается щитком, в смотровое отверстие которого вставлен светофильтр. Для защиты зрения окружающих должны применяться переносные щиты и ширмы. Защита рабочих от инфракрасного излучения может быть обеспечена сокращением времени пребывания в зоне воздействия теплового излучения.

### *Повышенный уровень электромагнитных излучений*

Электромагнитные поля, характеризующиеся напряженностями электрических и магнитных полей, наиболее вредны для организма человека. Основным источником этих проблем, связанных с охраной здоровья людей, использующих в своей работе, является сварочный аппарат. Длительное

воздействие электромагнитного поля на организм человека может вызвать нарушение функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем. Это выражается в повышенной утомляемости, снижении качества выполнения рабочих операций, изменение кровяного давления и пульса. Предельно допустимые значения излучений от выпрямителя в соответствии с СанПиНом 2.1.1191-2003 [28] приведены в таблице 25.

Таблица 25 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемых сварочным аппаратом

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 10 Гц – 30 кГц	500 В/м
	в диапазоне частот 30 кГц – 300 ГГц	1500 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 10 Гц – 30 кГц	300 А/м
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	50 А/м

В качестве рекомендаций защиты от электромагнитного излучения используются:

- 1) ограничение по времени нахождения персонала на рабочем месте;
- 2) регулярные перерывы между рабочим временем;
- 3) рациональное размещение оборудования;
- 4) использование спецодежды и средств индивидуальной защиты.

#### *Электроопасность*

Опасность поражения электрическим током создают источники сварочного тока и электроинструмент.

Электропоражение персонала, работающего с электроустановками, является опасным для жизни человека и наступает при соприкосновении его с сетью не менее чем в двух точках. При разработке коллективных и индивидуальных средств защиты от электропоражения необходимо, согласно правилам устройства электроустановок (ПУЭ), рассмотреть следующие

вопросы:

- 1) обоснование категории помещения по степени опасности поражения электрическим током;
- 2) требования к электрооборудованию;
- 3) анализ соответствия реального положения на производстве перечисленным требованиям;
- 4) мероприятия по устранению обнаруженных несоответствий;
- 5) обоснование мероприятий и средств защиты, работающих от поражения электрическим током.

Рассматриваемая лаборатория не имеет характеристик, свойственных особо опасным помещениям в части поражения электрическим током. Необходимо применение основных коллективных способов и средств электрозащиты: изоляция проводов и её непрерывный контроль; предупредительная сигнализация и блокировка; использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов; защитное заземление и защитное отключение.

Также, используются индивидуальные электрозащитные средства. В установках до 1000 В используются диэлектрические перчатки, указатели напряжения, диэлектрические коврики и боты, изолирующие подставки, а также инструмент с изолированными рукоятками. Розетки и вилки должны быть исправными. Около розеток обязательно должна быть надпись о величине напряжения.

#### **4.3 Экологическая безопасность**

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений. Источники загрязнения окружающей среды:

- металлические отходы;
- вредные вещества, выделяемые при сварке (пыль, газ, аэрозоли окисей металлов, входящих в состав сварочных материалов).

Для утилизации металлических отходов используются специальные контейнеры. После наполнения контейнеров, отходы отправляются на переработку. Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30% вредных веществ. Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Большое значение для оздоровления воздушной среды имеет надежная герметизация оборудования, в котором находятся вредные вещества. Через неплотности в соединениях, а также вследствие газопроницаемости материалов происходит истечение находящихся под давлением газов. Благодаря переработке отходов и использованию устройств для очистки выбросов, загрязнение окружающей среды при ремонте шнека минимизировано.

#### **4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Одним из наиболее вероятных видов ЧС при сварочных работах является пожар на рабочем месте.

Источниками пожара при проведении сварочных работ являются: открытый огонь (сварочная дуга, пламя газовой горелки и резки); искры и частицы расплавленного металла; повышенная температура изделий, которые подвергаются сварке.

Согласно [20], пожарная профилактика обеспечивается: системой предотвращения пожара; системой противопожарной защиты; организационно - техническими мероприятиями. К мерам предотвращения пожара относятся: применение средств защитного отключения возможных источников загорания (защитного зануления); применение искробезопасного

оборудования; применение устройства молниезащиты здания; выполнение правил (инструкций) по пожарной безопасности.

К мерам противопожарной защиты относятся: применение пожарных извещателей; средств коллективной и индивидуальной защиты от факторов пожара; системы автоматической пожарной сигнализации; порошковых или углекислотных огнетушителей, два ящика с песком 0,5 м<sup>3</sup>.

Организационно-технические мероприятия: наглядная агитация и инструктаж работающих по пожарной безопасности; разработка схемы действий администрации и работающих в случае пожара и организация эвакуации людей; организация внештатной пожарной дружины.

При обнаружении загорания рабочий немедленно сообщает по телефону 01 в пожарную охрану, сообщает руководителю, приступают к эвакуации людей и материальных ценностей. Тушение пожара организуется первичными средствами с момента обнаружения пожара. Пострадавшим при пожаре обеспечивается скорая медицинская помощь.

## **Заключение**

В данной работе разработана технология сварки шнека из низколегированной стали 09Г2С ручной дуговой сваркой. Были выбраны сварочные материалы и рассчитаны режимы сварки, подобные источнику питания. Кроме того, данна оценка химическому составу металла шва и его механических характеристик.

Можно сделать вывод, что при соблюдении разработанной технологии сварки, ожидается получение качественного сварного соединения, что является одной из конечных целей выполнения работы.

Необходимо заметить, что дальнейшее установление полученных режимов может быть только после ряда опытов и последующей проверки, которые будут заключаться визуальной оценке и неразрушающем контроле сварного соединения. Данная система подтверждения необходима, потому как, в большинстве случаев, практические данные отличаются от теоретических.

## Список литературы

1. Однолько, Валерий Григорьевич. Проектирование шнекового оборудования предприятий полимерных материалов: учебное пособие / В. Г. Однолько. — Москва: Машиностроение-1, 2005. — 240 с.: ил. — Библиогр.: с. 185-186. — ISBN 5-94275-230-3
2. Ларков Е. В. Разработка технологии и проектирование участка сборки- сварки шнека диаметром 1800 мм комбайна K750Ю: дипломный проект/ Е. В. Ларков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Юргинский технологический институт (филиал) ТПУ (ЮТИ ТПУ), Кафедра сварочного производства (КСП); науч. рук. М. А. Крампит. — Томск, 2016
3. Буровые шнеки и их разновидности [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://sptechnika.ru/burovye-ustanovki/burovye-shneki-i-ix-raznovidnosti/> (дата обращения 5.01.2020)
4. Изготовление шнеков [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://izhlaser.ru/shnek/> (дата обращения 5.01.2020)
5. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением. - Москва: Машиностроение 1977. - 432с.
6. Марки стали и сплавы [Электронный ресурс]. – URL: [http://metallcheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/VSt3sp](http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/VSt3sp) – (Дата обращения: 04.04.2020)
7. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию «Расчет режимов дуговой сварки». Составитель Е. А. Трущенко. Изд-во Томского политехнического университета, 2008, – 41с.
8. Трущенко Е. А. Расчет режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому дипломному проектированию – Томск: тип. ООО «РауШ мбХ», – 2005. – 27 с.
9. Электроды для сварки углеродистых и низколегированных.



[Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://penzaelektrod.ru/articles/art6.htm>

10. ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – М.: Изд.Центр «Стандартинформ», 2005. – 35 с.

11. Сварочное оборудование. [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://www.svarog-spb.ru/catalog>

12. Сварочное оборудование. [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://www.lincolnweld.ru>

13. Сварочное оборудование. [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://www.telwin.com>

14. Смирнов М. А. Основы термической обработки стали / М. А. Смирнов, В. М. Счастливцев, Л. Г. Журавлев. - Екатеринбург: УрО РАН, 1999. - 494 с.

15. Воскобойников В.Г. Общая металлургия: учебник для вузов / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев. - Москва: Академкнига, 2005. - 768 с.

16. Видяев И.Г. Учебно-методическое пособие по разработке раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» /Сост. И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова– Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 36 с.

17. Пашков Е.Н. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Е.Н. Пашков, А.И. Сечин, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 24 с.

18. Трудовой кодекс Российской Федерации N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020) // [Электронный ресурс]. – 2001. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/). (Дата обращения

11.05.2020)

19. ГОСТ 12.3.003-86 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы электросварочные. Требования безопасности – М.: ИПК Изд-во ст., 2003

20. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Стандартиформ, 2015.

21. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности – М.: ИПК Изд-во ст., 2002

22. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001

23. ГОСТ 12.3.003-86 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы электросварочные. Требования безопасности – М.: ИПК Изд-во ст., 2003

24. ГОСТ 12.3.003-86 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы электросварочные. Требования безопасности – М.: ИПК Изд-во ст., 2003

25. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Стандартиформ, 2008.

26. О работе на открытом воздухе или в закрытых необогреваемых помещениях в холодное время года: Постановление администрации Томской области от 11 февраля 2011 года № 29а

27. ГОСТ 12.4.051-87 (СТ СЭВ 5803-86) Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования и методы испытаний – М.: Изд-во ст., 1988

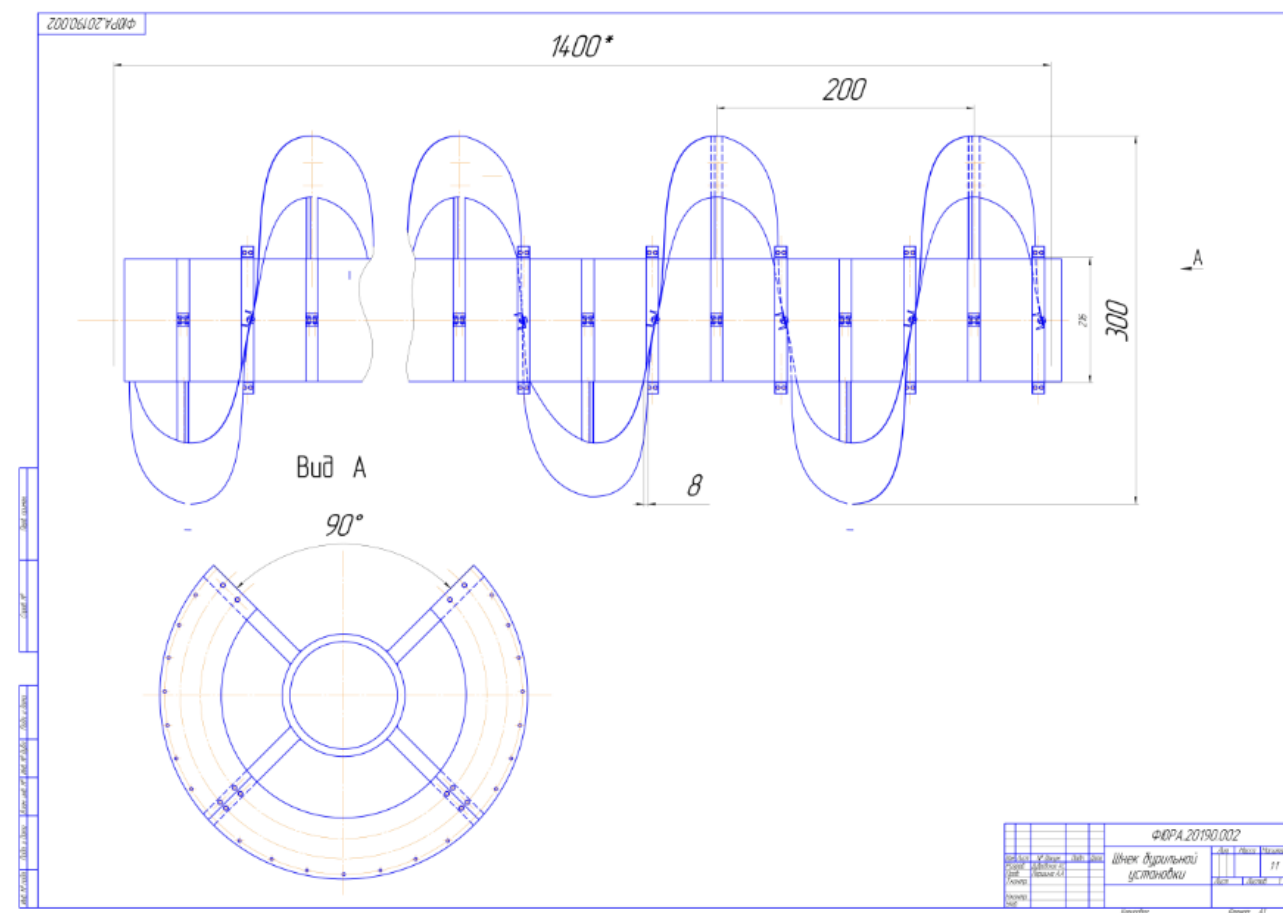
28. СанПиН 2.2.4.1191–03. Электромагнитные поля в производственных условиях.

# Приложение А

## (обязательное)

										ГОСТ 3.1105-84 форма 2			
Дубл.													
Взам.													
Подл.													
										ФЮРА.02190.074		4	1
ИШНКБ ТПУ								ФЮРА.02190.001					
Технология ремонта шнека										У			
<p><b>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</b>          едеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образовани</p> <p><b>НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ</b></p>													
Согласовал						Утвердил							
___"_____2020 г.						___"_____2020 г.							
<p><b>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</b>          на технологический процесс ремонта шнека</p>													
Проконтролировал						Разработал							
Доцент ОЭИ ИШНКБ						Студент гр. 1В61							
А.А. Першина						А.С. Дубровский							
___"_____2020 г.						___"_____2020 г.							
<b>ТЛ</b>	<b>Титульный лист</b>												

# Приложение Б (обязательное)



# Приложение В (обязательное)

ГОСТ 3105-84										Форма 7	
Директор											
Зам. Директора											
Инженер	Давыдов А.С.										
Проверил	Петрова Л.В.										
Н. инженер	Петрова Л.В.										
ФИРА.02190.074								4	3		
IIIY								ФИРА.02190.003			
Технология ремонта шнека								У			

Сварка: 005

Примечание: Сварку осуществлять по ГОСТ 5264-80, обозначение сварного соединения С17.  
Сварку осуществлять напроход.

КЗ		20
----	--	----

# Приложение Г

## (обязательное)

ГОСТ 3.1118-82 форма 2															
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
										ФЮРА 02190.074		2	1		
Разраб.	Дубровский А.С.			НИ ТПУ						ФЮРА 20190.002					
Н.контр.	Першина А.А.			Технология ремонта шнека											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа						
Б	Код, наименование, оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит.	Тн	Тшт.
К/М	Наименование детали, об. единицы или материала				Обозначение, код				ОП	ЕН	ЕН	КИ	Н.расх.		
РС1	ПС	НП	ДС	lc	lz	Пл	U	I	Vc	Vn	qoz	qdz	qk	Tu	Tn
A01	5	3	3	005	Сварка				ИОТ №1						
B02	DC 250.3 сварочный инвертор				Сварщик				5	1	2	1			
B03	Центратор				Слесарь				4	2	2	3			
K/M04	Основание шнека (две части), с разделкой кромок С17 ГОСТ 5264-80														
5	Электроды УОНИ 13/45, 4# мм														
O06	Установить основание шнека при помощи центратора согласно эскизу ФЮРА 20190.002														
7	Собрать на прихватках заготовки 1 и 2, выдерживая размеры прихваток: длина 20 мм, толщина 9 мм, расстояние между прихватк														
РС08	H1	2,3	O				20-34B	120-175A							
09	Сварной шов необходимо выполнить в один проход толщиной 8-9 мм.														
10	Сварить две заготовки														
11	Зачистить шов от шлака и брызг металла														
OK	Операционная карта													60	

ГОСТ 3.1118-82 форма 2															
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
										ФЮРА 02190.074		2			
										ФЮРА 20190.002					
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа						
Б	Код, наименование, оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит.	Тн	Тшт.
К/М	Наименование детали, об. единицы или материала				Обозначение, код				ОП	ЕН	ЕН	КИ	Н.расх.		
РС1	ПС	НП	ДС	lc	lz	Пл	U	I	Vc	Vn	qoz	qdz	qk	Tu	Tn
13	отшлифовать сваренную поверхность														
T14	Молоток, металлическая щётка, зубило, наждачная бумага, угловая шлифовальная машина														
15															
A16	1	1	1	010	Контрольная				РТМ 393-96						
B17	Собранный узел				Дефектоскопист				3	4	1	2			
K/M18	Набор ВИК (лупа увеличительная 5 крат, УШС-3)														
O19	Провести визуальный и измерительный контроль стыкового соединения.														
20															
21															
OK	Операционная карта													60	

# Приложение Д (обязательное) Диаграмма Ганта

